

# 유비쿼터스 네트워크 환경의 전자상거래에 적합한 효율적인 다자간 협상 시스템

박상현\*, 양성봉\*

\*연세대학교 컴퓨터과학과

e-mail : psh@cs.yonsei.ac.kr

## An Efficient Multilateral Negotiation System for e-commerce in Ubiquitous Network Environments

Sanghyun Park\*, Sung-Bong Yang\*

\*Dept. of Computer Science, Yonsei University

### 요 약

본 논문에서는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 전자상거래에서 다자간 협상을 효율적으로 수행할 수 있는 협상 시스템을 제안하였다. 다자간 협상으로의 확장성을 높이기 위하여 중개 에이전트 개념과 선형계획법 기반의 효율적인 양자간 협상 기법을 제시하였다. 또한 제안한 다자간 협상 시스템을 위하여 동적으로 커뮤니티에 참여 및 탈퇴할 수 있는 유비쿼터스 환경에서의 에이전트 프레임워크를 제안하였다. 제안한 협상 시스템과의 비교 실험을 위하여 기존의 협상 시스템을 구현하고 다자간 협상 시스템으로 확장하였다. 본 논문에서 제안한 협상 시스템은 협상결과 및 수행시간, 그리고 다자간 협상으로의 확장성면에서 제안한 협상 시스템이 보다 효율적인 협상 수행 능력을 보여주었다.

### 1. 서론

자동 협상(automated negotiation) 분야는 전자상거래 분야에 있어서 중요한 연구 분야 중 하나로써 지금까지 많은 연구가 진행되어 왔다. [1,2,3] 그러나, 협상의 만족도에 영향을 미치는 요소는 가격 뿐만 아니라 유, 무형의 다양한 속성(attribute)들도 포함되므로, 이러한 속성들을 포괄하면서 현실 생활에 적용될 수 있는 수준의 효율적인 협상을 수행할 수 있는 협상 알고리즘의 개발은 현재까지 미비한 실정이다. 특히 다자간 협상(multilateral negotiation)의 경우 양자간 협상(bilateral negotiation)에 비하여 협상 수행 시간 면에서 더욱 효율적인 기법이 요구된다. [4]

최근의 연구로써 Faratin [5] 은 에이전트의 상호 작용을 이용하여 타협안을 도출하는 협상 기법을 제시하였다. Faratin 이 제시한 에이전트 시스템에서는 다중 속성에 대한 고려와 함께 에이전트간 상호 작용을 통한 타협안의 도출이라는 점에서, 기존의 협상 시스템들에 비하여 실제 협상 환경을 잘 반영하고 있다. 그러나, 근사해법을 이용한 타협안이 참여자에게 최대

이익을 보장할 수 없으며, 또한 높은 이익을 주는 타협안을 위하여 더 많은 수행 시간이 필요하다는 점은 다자간 협상으로의 확장성에 있어서 단점이 된다.

네트워크 기술의 발달에 따라 전자상거래 환경은 기존의 유선 네트워크 환경에서 점차 무선 및 유비쿼터스 네트워크 환경으로 발전하고 있다. 특히 유비쿼터스 환경에서의 전자상거래는 기존의 유선/무선 네트워크 환경과 더불어 상거래 참여자들의 다양한 접속과 해제가 가능한 동적 네트워크 환경이 요구되며, 더욱 효율적인 협상 과정 및 서비스 발전 기법이 요구된다. 이와 관련하여 최근 Kurkovsky [7] 등은 모바일 커머스(m-commerce)를 구현할 수 있는 프레임워크 원형을 제안하였다. 그들은 개인화되고 환경 적응성이 뛰어난 모바일 커머스(mobile commerce) 시스템을 제안하였으나, 주로 구매자의 성향에 맞는 상품 정보를 제공하는데 치중함으로써 협상 시스템 보다 추천 시스템에 더 가깝다고 볼 수 있다.

본 논문에서는 유비쿼터스 네트워크 환경하에서의 전자상거래에 적합한 다자간 협상 시스템을 제안하였다. 이를 위하여 중개 에이전트 (mediator agent) 개념

을 도입하고 선형계획법(linear programming)을 이용한 효율적인 양자간 협상기법을 제시하였다. 또한 유비쿼터스 네트워크 환경에서의 전자상거래를 구성할 수 있는 에이전트 프레임워크를 제안하였다. 본 논문에서 제안된 다자간 협상 시스템의 효율성을 검토하기 위하여, 기존의 Faratin [5,6]의 협상 시스템과 함께 다양한 협상 실험을 수행하였다. 본 논문에서 제안한 협상 시스템이 약 5% 정도 향상된 이익의 타협안을 도출하였으며, 수행시간 및 다자간 협상으로의 확장성면에서 효율적인 협상 수행 능력을 보여주었다.

본 논문은 2 장에서는 제안하는 효율적인 협상 기법을, 3 장에서는 유비쿼터스 환경을 위한 에이전트 프레임워크 기반의 다자간 협상 시스템을 제시하였다. 4 장에서는 협상 시스템의 실험 환경 및 결과를 소개하고 5 장에서 결론 및 토의를 제시하였다.

## 2. 기본 협상 기법

### 2.1. 다중속성을 이용한 이익의 평가

본 논문에서는 가격뿐만 아니라 다른 속성들을 고려하여 협상 참여자의 이익을 평가할 수 있도록 식 (1)과 같이 multi-attribute utility theory [8] 를 이용한 이익평가함수를 사용하였다. 판매자와 구매자는 각 속성에 대하여 희망하는 희망값 및 협상시 상대방에게 최대한 허용할 수 있는 허용값, 그리고 상대적인 선호도를 나타내는 가중치를 가지고 있다. 이 식에서 구매자 또는 판매자의 이익은 0 과 1 사이의 임의의 값을 가지게 되며, 각각 최소 및 최대이익을 의미한다.

$$Profits(x_i) = \sum_{i=1}^n w_i \cdot E(x_i), \quad \sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (1)$$

여기서  $n$  은 속성의 수를,  $x_i$  와  $w_i$  는 각각  $i$  번째 속성에 대한 제안값과 가중치를, 그리고  $E(x_i)$  는  $i$  번째 속성의 제안값에 대한 평가함수를 나타내며, 다음과 같이  $i$  번째 속성에 대한 희망값(request\_value) 과 허용값(allowable\_value)에 대한 수식으로 표현된다.

$$E(x_i) = \frac{x_i - allowable\_value_i}{request\_value_i - allowable\_value_i} \quad (2)$$

### 2.2. 협상 기법

본 논문에서는 다수의 구매자와 판매자가 동적으로 가상시장에 참여 또는 탈퇴가 가능한 유비쿼터스 네트워킹 환경을 반영하여, 협상참여자의 검색 및 참여 유지 문제, 협상의 효율성 그리고 다자간 협상으로의 확장 가능성 등에 초점을 두었다. 먼저, 협상대상자를 찾고 상태를 확인하기 위해 소모되는 불필요한 부하를 줄이고, 구매자 및 판매자의 협상정보를 제공받아 최적의 타협안을 도출함으로써 협상의 효율성을 높이기 위하여 중개 에이전트 개념을 도입하였다. 타협안 도출을 위한 협상기법으로써, 구매자 및 판매자의 이익의 합을 최대로 하는 목적함수를 구성하고, 상호이익(reciprocity)의 조건을 가정하여 양자간 이익의 차가 일정 허용치(여기서는 0.01)내에 있다는 조건을 제약식으로 설정하면, 협상모델을 다음과 같은 선형계획법의 모형으로 변환할 수 있다.

$$\text{목적함수: Maximize } z = Profits_{buyer}(x_i) + Profits_{seller}(x_i) \quad (3)$$

$$\text{제약조건: } |Profits_{buyer}(x_i) - Profits_{seller}(x_i)| \leq \delta \quad (4)$$

경계조건:

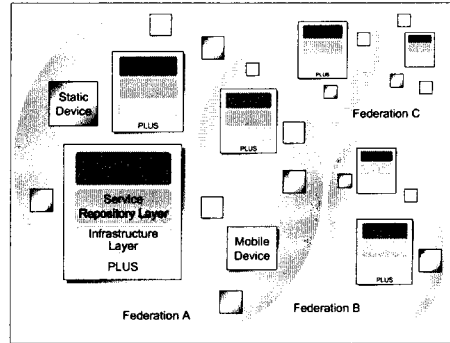
$$\text{the lower bound of } CNR_i \leq x_i \leq \text{the upper bound of } CNR_i \quad (5)$$

여기서  $CNR$  은 각 속성에 대하여 구매자 및 판매자의 희망값과 허용값 사이에 서로 일치하는 구간(common negotiation range)를 의미하며,  $CNR$  의 상한과 하한을 경계조건으로 설정하였다. 이 모델의 해가 두 협상참여자간 최적의 타협안이 된다.

## 3. 다자간 협상시스템

### 3.1. 다자간 협상 시스템의 구성

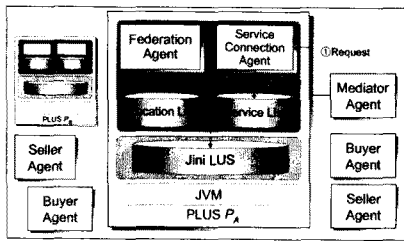
(그림 1) 은 전자상거래 프레임워크의 전체적인 개략도를 나타내고 있다. 프레임워크에서는 유비쿼터스 환경의 특성에 따라 정적(static) 및 이동(mobile) 디바이스들을 통하여 구매자, 판매자 및 중개 에이전트들이 언제 어디서나 가상시장에 참여할 수 있다. 본 논문에서 제안한 가상시장 역할의 PLUS (P2P based Lookup Service Server)는 필요에 따라 동적으로 연합(federation) 하여 같은 연합에 속해 있는 PLUS 들의 서비스를 공유할 수 있으며, 서로 다른 PLUS 를 찾기 위한 통신 구조로 P2P 네트워크를 사용하고 있다.



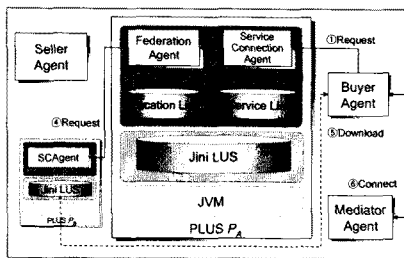
(그림 1) 가상 시장 프레임워크의 개략도

PLUS 기반의 가상시장은 서비스 연결 에이전트(service connection agent), 연합지원 에이전트(federation agent), 위치목록(location list) 및 서비스 목록(service list)으로 구성된 유틸리티 에이전트 계층, 그리고 유연하고 동적 연합 구성이 가능한 Jini architecture [9]로 구성된 룩업서비스 계층, 자바 가상머신으로 구성되는 하부구조 계층으로 구성 된다. 서비스 연결 에이전트는 서비스(프로시) 등록 및 서비스 요청을 처리하는 역할을 수행하며, 서비스 목록을 유지한다. 연합 지원 에이전트는 요청된 서비스가 자신의 가상시장에 존재하지 않을 때, 서비스가 존재하는 다른 가상시장의 검색 및 연합을 통해 서비스를 지원하는 역할을 수행하고, 다른 가상시장에 대한 위치정보를 유지 관리한다. 유틸리티 에이전트들은 JADE (Java Agent Development Framework) [10]를 기반으로 구현하였다. (그림 3) 은 서비스 연결 에이전트를 통하여 중개 에

이전트가 자신의 정보 (물품명, IP 및 포트번호 등)가 저장된 프록시(proxy)를 가상시장 ( $P_A$ )의 록업 서비스에 등록하는 과정을 보여주고 있다. (그림 4) 는 구매자 에이전트의 가상시장 참여 과정의 일례로써, 현재의 가상시장 ( $P_A$ )에 원하는 중개 에이전트가 없을 때 다른 가상시장 ( $P_B$ ) 으로부터 서비스(프록시)를 다운받음으로써 해당 중개 에이전트와 접속되는 절차를 보여주고 있다. 만약  $P_A$  에 해당 서비스가 존재한다면  $P_A$  의 Jini LUS 에서 프록시를 다운받을 수 있다. 판매자 에이전트도 동일한 절차를 통하여 참여한다.



(그림 3) 중개 에이전트의 가상 시장 참여



(그림 4) 구매자 에이전트의 협상 참여 과정의 일례

3.2. 다자간 협상 과정

(1) 협상 파트너의 구성

하나의 중개 에이전트에 연결된 모든 구매자 및 판매자 에이전트(클라이언트 에이전트)들은 하나의 클라이언트 그룹(client group)을 형성하고, 그룹 내 가능한 협상 파트너 관계를 구성한다. 여기서, 협상 파트너란 CNR 을 가지는 한 쌍의 구매자 및 판매자를 의미한다. 따라서, 클라이언트 그룹내 임의의 한 구매자는 다수의 판매자와 협상 파트너 관계를 가질 수 있다.

(2) 현재 라운드에서의 최종 커플 결정

중개 에이전트는 구성된 모든 협상 파트너들의 타협안을 도출하고, 매칭 기준에 따라 최종 커플들을 결정하게 된다. 최대의 또는 최대 커플수를 매칭 기준으로 정할 수 있으며, 이것은 협상 품목이나 속성에 따라 적절하게 결정될 수 있다. 최종 커플이 되지 못한 클라이언트 에이전트들은 다음 라운드에서 새롭게 참여하는 클라이언트 에이전트들과 새로운 클라이언트 그룹을 형성한다.

4. 실험 및 결과

4.1. 협상 모델

본 논문에서 가정한 협상 모델은 중고자동차로 설정하였다. 중고자동차는 소비자의 다양한 성향을 반영할 수 있고, 모델의 종류가 다양하며 제품의 속성에 따라 선택의 폭이 넓다는 장점이 있다.

협상에 대한 속성으로는 가격, 연식, 주행거리, 보증조건의 네가지 항목을 고려하였다. 협상에 참여하는 에이전트들은 서로 상대방의 협상 정보를 알지 못하는 상태로 가정하였다.

<표 1> 구매자의 협상 속성 테이블의 예

속성	희망값	허용값	가중치
가격(천원)	8,000	10,500	0.4
년식(년도)	2003	1999	0.2
주행거리(Km)	30,000	50,000	0.3
보증(개월)	24	12	0.1

<표 1> 에서는 구매자 에이전트가 갖는 협상 정보의 일례를 보여 준다. 여기서, 구매자는 가격을 가장 중요한 요소로 생각하고 있으며, 800 만원의 가격을 희망하고 있다. 또한 다른 속성 (연식 등)의 조건에 따라 최대 1050 만원까지 양보 가능함을 나타낸다. 판매자의 속성 테이블도 이와 같이 설정될 수 있다. 실험에서는 실제 거래 상황과 유사하도록 데이터 템플릿을 통해 구매자 및 판매자의 데이터를 무작위로 생성하였다. 각 속성에 대한 가중치는 무작위로 할당된다.

<표 2> 판매자 협상 정보를 생성하기 위한 데이터 템플릿

속성	희망값	허용값
가격(천원)	22000 $\leq P_{req} \leq 32000$	[Preq-6000, Preq-3000]
년식(년도)	[1997,2000]	[2001,2004]
주행거리(1000Km)	100 $\leq M_{req} \leq 50$	[Mreq-70, Mreq-10]
보증(개월)	[2,6]	[12,36]

( $P_{req}, M_{req}$  : 희망값의 수식을 통해 무작위로 먼저 결정됨)

<표 3> 구매자 협상 정보를 생성하기 위한 데이터 템플릿

속성	희망값	허용값
가격(천원)	[Paw-6000, Paw-3000]	22000 $\leq P_{aw} \leq 32000$
년식(년도)	[2001,2004]	[1997,2000]
주행거리(1000Km)	[Maw-70, Maw-10]	100 $\leq M_{aw} \leq 50$
보증(개월)	[12,36]	[2,6]

( $P_{aw}, M_{aw}$  : 허용값의 수식을 통해 무작위로 먼저 결정됨)

4.2. 비교 협상 시스템

본 논문에서 제시한 협상시스템과의 비교를 위하여, Faratin [5,6] 이 제시한 협상 시스템들을 구현하고, 또한 본 논문에서 제시한 전자상거래 프레임워크에 적용시켜 다자간 협상 시스템(multilateral trade-off negotiation system, MTOS)도 확장하였다.

Faratin 의 협상시스템들은 타협안을 찾기 위하여 hill climbing 을 이용한 휴리스틱 방식을 사용하므로, 샘플링 포인트를 서로 달리하여 실험을 수행하였다. 즉, 샘플링 포인트가 많으면 협상결과는 좋지만, 더 많은 협상 수행시간이 필요하다. 또한 가장 높은 이익과 빠른 시간으로 수행되는 Faratin 의 협상 시스템(perfect information) [5,6] 과 비교하였다.

4.3. 실험 결과

본 논문에서는 제한한 협상 시스템의 협상 효율성에 초점을 두고 있으며, MTOS 와의 비교를 통하여 협

상결과의 효율성 및 다자간 협상으로의 확장성에 대하여 비교하고자 한다.

<표 4>에서는 무작위로 생성된 50 쌍의 구매자 및 판매자 데이터를 이용하여 양자간 협상을 수행한 결과를 보여주고 있다. 상호이익의 가정하에서 협상이 수행되므로 협상 결과는 구매자 및 판매자의 양자간 이익의 합을 이용하여 표현하였다. 표에서 제안한 협상 시스템은 MPS 로 표기하였다. MPS 의 경우 매우 빠른 시간에 높은 이익을 가진 타협안을 도출하였다.

<표 4> 임의로 생성된 50 쌍의 협상 파트너들에 대한 양자간 협상 결과

	MTOS (10)	MTOS (100)	MTOS (200)	MPS
평균 양자간 이익의 합	1.197	1.206	1.209	1.268
평균 수행시간(ms)	38	366	753	4

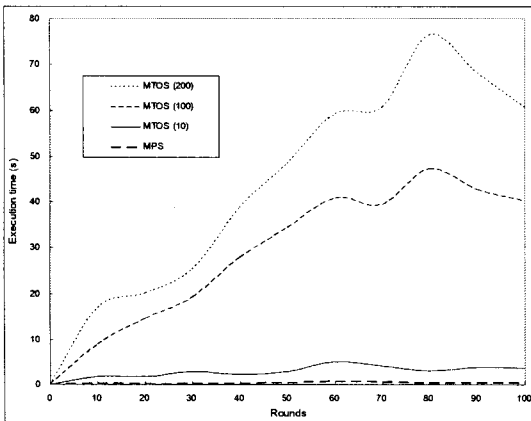
(괄호 안은 샘플링 포인트 숫자)

<표 5>는 총 10 라운드동안 각 라운드마다 각각 동일한 숫자의 클라이언트 에이전트들이 새롭게 협상에 참여하여, 이전 라운드에서 최종 커플이 되지 못한 에이전트들과 함께 다자간 협상을 진행한 결과를 보여주고 있다. 실험에서는 양자간 이익의 합이 높은 순으로 최종커플을 결정하였다. 협상에 참여하는 클라이언트 에이전트의 숫자에 관계없이 MPS 의 경우 보다 높은 이익을 도출하고 있으며, 최종커플이 되기까지의 평균 라운드 회수에 있어서도 MTOS 에 비하여 우수한 결과를 보여주고 있다.

<표 5> 매 라운드마다 새롭게 참여하는 구매자 및 판매자 에이전트의 수에 따른 다자간 협상 결과 (10 라운드의 협상 진행)

각 라운드마다 새롭게 참여하는 클라이언트 에이전트의 수		10	20	30 <sup>1)</sup>	30 <sup>2)</sup>	60
평균최종 커플의이익	MPS	1.327	1.346	1.442	1.438	1.394
	MTOS(200)	1.306	1.272	1.416	1.412	1.373
최종커플들의 평균 라운드수	MPS	1.18	1.15	1.30	1.28	1.15
	MTOS(200)	1.19	1.23	1.28	1.38	1.19

<sup>1)</sup> 20 구매자와 10 판매자 <sup>2)</sup> 10 구매자와 20 판매자



(그림 5) MPS 와 MTOS 의 평균 수행시간(다자간 협상)

(그림 5)는 총 100 라운드 동안 진행된 MPS 와 MTOS 의 다자간 협상 수행시간을 보여주고 있다. 그

림에서 각 곡선은 매 10 라운드마다 평균 수행시간의 자취를 나타내며, MPS 의 경우 100 라운드가 진행될 때까지 수행시간에 있어서 큰 변화가 없는 반면 MTOS 의 경우 라운드가 진행될수록 많은 협상 수행 시간을 요구함을 알 수 있다.

5. 결론 및 토의

본 논문에서는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서의 다중 속성 및 다자간 협상을 효율적으로 수행할 수 있는 협상 시스템을 제안하였다. 특히 다자간 협상으로의 확장성을 위하여 중개 에이전트 개념과 선형계획법 기반의 효율적인 양자간 협상 기법을 제시하였다. 또한 제안한 다자간 협상 시스템을 위하여, 동적으로 커뮤니티에 참여 및 탈퇴할 수 있는 유비쿼터스 환경에서의 에이전트 프레임워크를 제안하였다.

제안한 협상 시스템과의 비교 실험을 위하여 기존의 협상 시스템을 구현하고 다자간 협상 시스템으로 확장하였다. 본 논문에서 제안한 협상 시스템은 평균 5% 높은 이익의 타협안을 도출하였으며 보다 빠른 협상 수행시간을 가짐으로써, 다자간 협상으로의 확장성 면에 있어서 기존 협상 시스템에 비하여 우수한 면을 보여주었다.

참고문헌

- [1] S. Kraus, Strategic Negotiation in Multiagent environments, The MIT Press, Cambridge, 2001.
- [2] K. Sycara, "Multi-agent compromise via negotiation", Distributed Artificial Intelligence, Vol.2, pp.119-139, 1989.
- [3] A. Chavez and P. Maes, "Kasbah: an agent marketplace for buying and selling goods", Proc. 1st International Conference on the Practical Application of Intelligent Agents and Multi-Agent Technology, pp.75-90, London, UK, 1996.
- [4] K. Kurbel and I. Loutchko, "A model for multi-lateral negotiations on an agent-based job marketplace", Electronic Commerce Research and Applications, Vol.4, pp.187-203, 2005.
- [5] P. Faratin, C. Sierra, N. R. Jennings and P. Buckle, "Designing responsive and deliberative automated negotiators", Proc. AAAI Workshop on Negotiation, Settling Conflicts and Identifying Opportunities, Orlando, USA, pp.12-18, 1999.
- [6] P. Faratin, C. Sierra and N. R. Jennings, "Using similarity criteria to make negotiation trade-offs", pp.119-126, Proc. 4th Int. Conf. on Multi-Agent Systems, Boston, USA, 2000.
- [7] S. Kurkovsky and K. Harihar, "Using ubiquitous computing in interactive mobile marketing", Personal and Ubiquitous Computing, Vol.10, no.4, pp.227-240, 2006.
- [8] M. Barbuceanu and W. Lo, "A multi-attribute utility theoretic negotiation architecture for electronic commerce", Proc. 4th International Conference on Autonomous Agents, Barcelona, Catalonia, Spain, pp.239-247, 2000.
- [9] J. Waldo, The Jini Specification, Addison -Wesley, 2nd Edition, 2001.
- [10] <http://jade.tilab.com/>